

Simulador 3D para geometría esférica, coordenadas terrestres y navegación

Francisco J. Navarro Izquierdo

1. Introducción

Generalmente, transmitir con éxito en el aula la interpretación gráfica (tridimensional) de diferentes conceptos, depende en gran medida de nuestra **habilidad artística** y de la **visión espacial** de los estudiantes. Debido a ello, se ha desarrollado un simulador 3D en Wolfram Mathematica, que facilita la interpretación gráfica de los elementos básicos de geometría esférica y coordenadas terrestres, así como el planteamiento de problemas de navegación.

2. Descripción del simulador

El simulador consiste en una esfera terrestre sobre la cual hay situados dos puntos. Se dispone además de una serie de controles que permiten modificar la posición de dichos puntos y seleccionar los elementos que queremos mostrar. Además, se puede variar la perspectiva de la esfera haciendo click sobre ella y arrastrando el cursor, facilitando así la visión espacial de la figura.

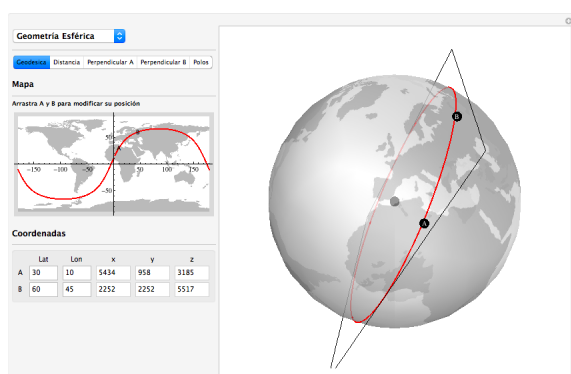


Figura 1: Simulador 3D

El simulador dispone de tres modalidades diferentes. La primera de ellas permite introducir los elementos básicos de la geometría esférica, la siguiente el sistema de referencia y coordenadas terrestres, y mediante la última podemos trabajar el planteamiento de problemas de navegación.

La interface se divide en dos partes: los controles (a la izqda.) y el resultado gráfico (a la dcha.). Los controles constan de:

- Un **desplegable** que nos permite cambiar el modo con el que trabajaremos.
- Una zona específica de cada modalidad, la cual trataremos más adelante.
- Una zona común: el **mapa**, que nos permite arrastrar los puntos *A* y *B* para modificar su posición, y la sección de **coordenadas**, que muestra las coordenadas de los puntos pudiendo modificar los campos “lat” y “lon” para introducir la posición de forma manual.

El diseño del simulador es ideal para ser combinado con una pizarra digital ya que mejora su manipulación.

3. Modo geometría esférica

En esta modalidad disponemos de una lista de botones para mostrar/ocultar sobre la esfera, a partir de la posición de *A* y *B*, los siguientes elementos: la **geodésica** que pasa por ellos (el camino más corto), la **distancia angular** que hay entre ambos, la **perpendicular** por cada uno de ellos a la geodésica que generan y los **polos** de dicha geodésica.

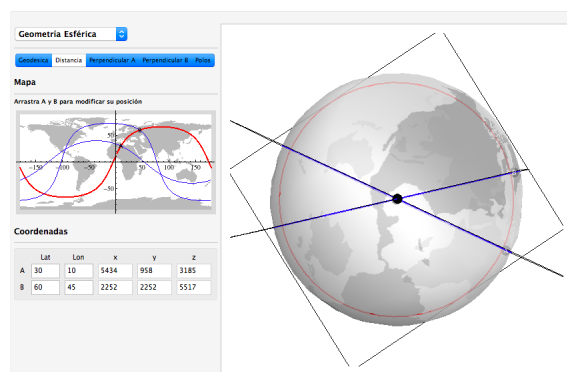


Figura 2: Ejemplo de Geometría Esférica

Con el ejemplo de la Figura 2 podemos mostrar que el ángulo entre dos geodésicas se corresponde con el que forman los planos que las generan, y que los puntos en los que se cortan las perpendiculares a una geodésica determinan los polos de la misma.

Cabe destacar que se ha variado la orientación de la esfera respecto de la original (Figura 1) para facilitar la visión de estos conceptos.

4. Modo sistema de referencia

En esta modalidad los botones permiten mostrar/ocultar sobre la esfera la **latitud** y la **longitud** de los puntos A y B de forma independiente.

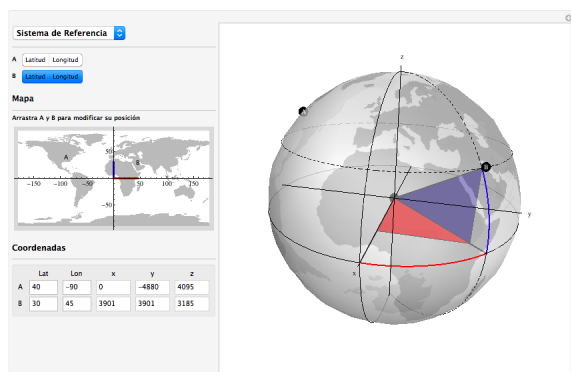


Figura 3: Ejemplo de Coordenadas Terrestres

Con el ejemplo de la Figura 3 podemos mostrar el ángulo que forman respecto al centro de la Tierra la latitud y la longitud de B para ilustrar la relación existente entre estas coordenadas y las cartesianas. Además, a medida que modificamos la posición de B podemos apreciar de forma dinámica cómo varían las coordenadas tanto gráfica como numéricamente, de manera que durante la sesión pueden plantearse actividades de cambio de coordenadas y comprobar el resultado con el simulador.

5. Modo navegación

Esta modalidad presenta el planteamiento y solución del problema de viajar desde A hasta B y viceversa. De hecho, los únicos botones que encontramos en la sección específica de esta modalidad son los que definen el punto de partida. El resto es la solución del problema: **distancia recorrida** y **rumbo**.

En el caso en el que A y B se encuentren en la misma latitud, se calcula la distancia recorrida si viajásemos por el

paralelo. Así, se puede mostrar de forma sencilla que, pese a lo que pueda parecer intuitivamente, el paralelo no determina el camino más corto salvo que nos encontremos en el Ecuador, puesto que no es una geodésica.

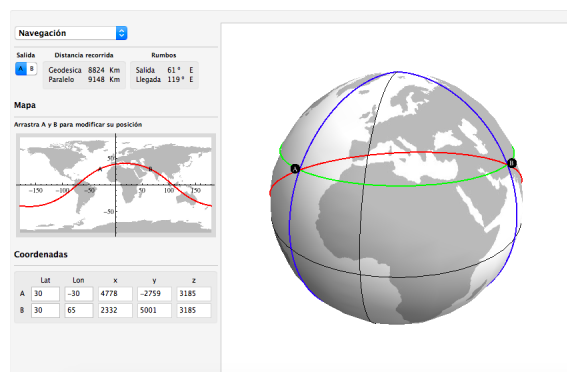


Figura 4: Ejemplo de Navegación

En el ejemplo de la Figura 4 se observa que viajar por el paralelo supone una distancia extra de casi $170km$.

El modo navegación es de gran ayuda a la hora de corregir ejercicios en clase puesto que nos ayuda a plantear el triángulo esférico que hay que resolver para hallar la solución al problema de navegación.

6. Ejecutar el simulador

Para poder utilizar el simulador es necesario tener instalado Wolfram Mathemática 8 en el sistema operativo.

Una vez abierto el fichero es necesario evaluarlo. Si no es usuario habitual de Wolfram Mathemática basta con hacer click en "Evaluation > Evaluate Notebook".

Una vez evaluado el Notebook, al final del mismo, aparecerá el simulador con todas las opciones disponibles.